

# Гидролиз солей

**Бучок Светлана Владимировна**  
**Учитель химии высшей категории**  
**МБОУ СОШ Чехов-2**

## Основные вопросы вебинара

- *Теоретические вопросы темы «Гидролиз солей»*
- *Практические задания по теме «Гидролиз солей» в вариантах тренировочных работ по подготовке к ЕГЭ*

Номер задания	Проверяемые элементы содержания	Коды проверяемых элементов	Коды требований	Уровень слож-	Макс. балл за выпол-	При- мерное время
21	Гидролиз солей. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН) раствора	1.10	7.3	Б	1	2–3
24	Идентификация неорганических соединений. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы.	2.5, 3.18	11, 13	П	2	5–7
31	Генетическая связь неорганических веществ, принадлежащих к различным классам	2.4	7.1, 7.2, 8.2, 13	В	4	10–15
34	Способы выражения концентрации растворов: массовая доля растворённого вещества, молярная концентрация. На-	1.11, 5.3, 5.8	10.7, 14	В	4	20–25

1. Реакция нейтрализации
2. Электролитическая диссоциация
3. Катионы и анионы
- 4 . Сильные и слабые электролиты
5. Какие ионы создают кислую/щелочную среду раствора
6. Индикаторы при  $pH = 7 / > 7 / < 7$

## Реакция нейтрализации

Как в реакции нейтрализации получить: а) карбонат натрия; б) хлорид алюминия; в) сульфид калия? Составить уравнения реакций, подчеркнуть сильные электролиты



*У кислот и оснований сто веков войны,  
Разговоры им о мире вовсе не нужны,  
Только победителей не будет никогда:  
В результате всех реакций соль лишь да вода!*

# Электролитическая диссоциация



Ни к чему оации для диссоциации,  
Так процесс был назван тот,  
Где распад произойдёт



# Ионы

*Для двух девчат подарков груз  
Ион взвалил себе на спину.  
Для Кати он несет свой плюс +*



*Для Ани он несет свой минус*



# Электролиты

СИЛЬНЫЕ ( $\alpha > 30\%$ )	СЛАБЫЕ ( $\alpha < 3\%$ )
Бескислородные кислоты	
Сила кислот <u>возрастает</u> : $\text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$	$\text{HF}, \text{H}_2\text{S}$
Оксикислоты	
$(\text{O} - \text{H}) \geq 2$ : $\text{H}_2\text{SO}_4$ ( $4 - 2 = 2$ ); $\text{HClO}_4$ ( $4 - 1 > 2$ )	$(\text{O} - \text{H}) < 2$ : $\text{H}_2\text{CO}_3$ ( $3 - 1 < 2$ ); $\text{HClO}$ ( $1 - 1 < 2$ )
	Органические кислоты
	Сила кислот <u>уменьшается</u> : $\text{HF} > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{SiO}_3$
У <b>сильных</b> кислот большинство солей <b>РАСТВОРИМЫ</b>	У <b>слабых</b> кислот большинство солей <b>НЕРАСТВОРИМЫ</b>
Основания	
Щелочных (Li, Na, K, Rb, Cs) и щелочноземельных (Ca, Sr, Ba) металлов	Гидрат аммония $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и нерастворимые
Соли (условно)	
Растворимые	Нерастворимые



$\text{OH}^-$ 

Щелочная среда

 $\text{pH} > 7$ ЛАКМУС  $\rightarrow$  СинийМЕТИЛОРАНЖ  $\rightarrow$  ЖелтыйФЕНОЛФТАЛЕИН  $\rightarrow$  малиновый

ЛАКМУС

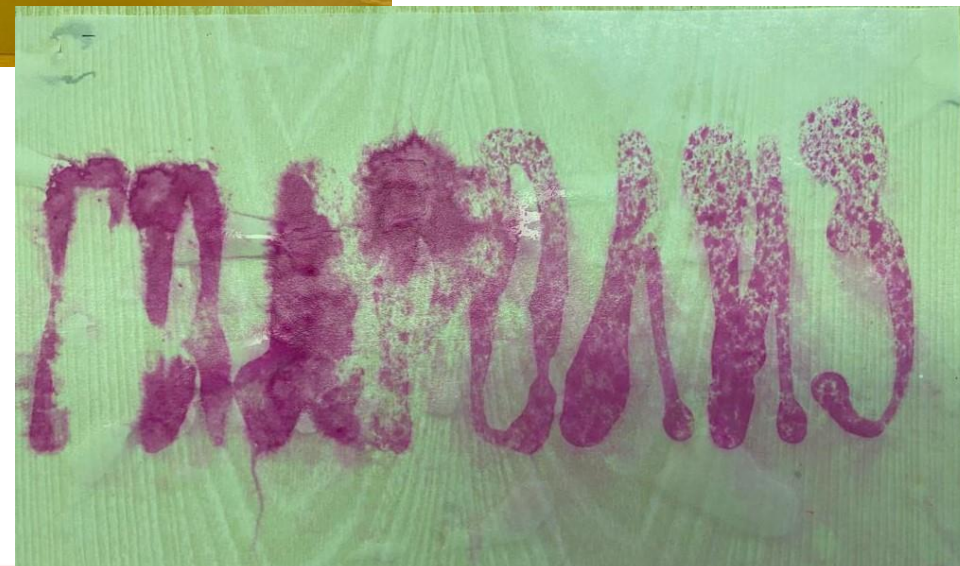
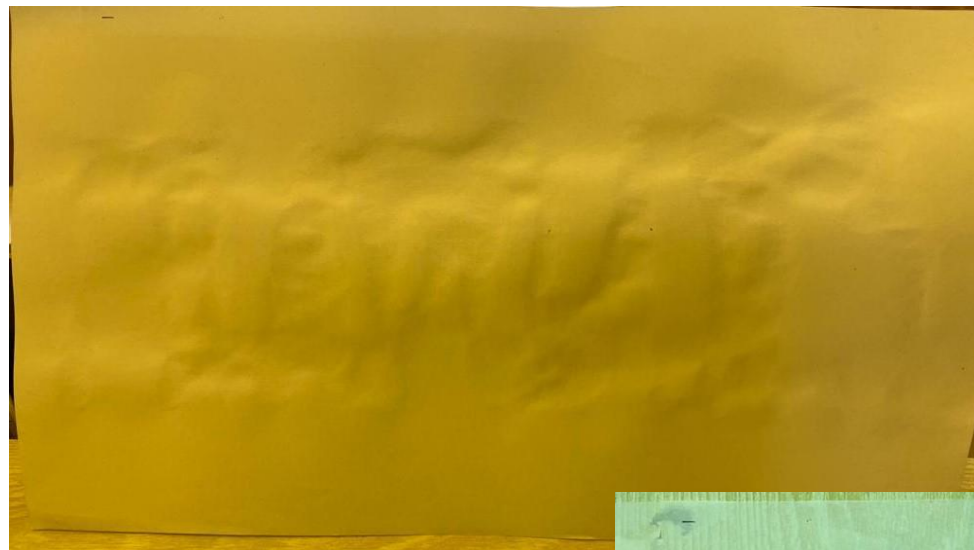
 $\text{H}^+$ 

Кислая среда

 $\text{pH} < 7$ ЛАКМУС  $\rightarrow$  КРАСНЫЙМЕТИЛОРАНЖ  $\rightarrow$  РОЗОВЫЙ

МЕТИЛОРАНЖ

## Как создать проблемную ситуацию на уроке?



## ОСНОВАНИЯ

Сгруппируйте вещества: гидроксид кальция, гидрат аммония, серная кислота, угольная кислота, гидроксид натрия, соляная кислота, гидроксид алюминия, сероводородная кислота

СИЛЬНЫЕ  
(примеры)

СЛАБЫЕ  
(примеры)

КИСЛОТЫ

СИЛЬНЫЕ  
(примеры)

СЛАБЫЕ  
(примеры)

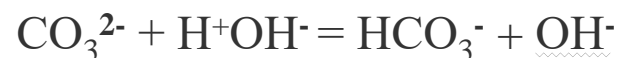
Теперь попробуйте объяснить, почему раствор кальцинированной соды изменил цвет фенолфталеина?

Проанализируйте:

- 1- растворимость кальцинированной соды
- 2- состав кальцинированной соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )
- 3- определите, к какому типу солей она относится
- 4- подумайте, возможен ли для нее гидролиз
- 5- по катиону или по аниону возможен гидролиз
- 6- какие ионы накапливаются в растворе
- 7- какова реакция среды данного раствора: кислая ( $\text{pH} < 7$ ),  
щелочная ( $\text{pH} > 7$ ) или нейтральная ( $\text{pH} = 7$ )?

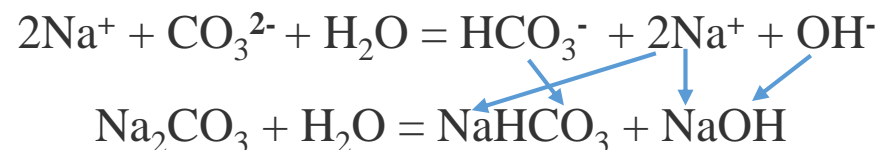
## Предполагаемый ответ (в результате совместного обсуждения)

Карбонат натрия (кальцинированная сода) – растворимая соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой, в растворе подвергается гидролизу. Гидролиз идет по аниону



в растворе накапливаются гидроксид-ионы, которые создают щелочную среду, поэтому фенолфталеин окрасился в малиновый цвет (ещё гидроксид-ионы обуславливают моющие свойства раствора).

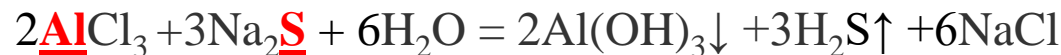
Полное ионное уравнение помогает составить молекулярное уравнение гидролиза



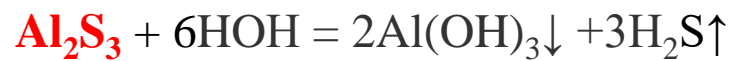
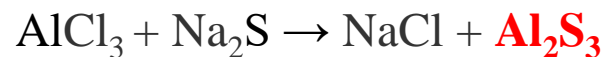
Таким образом, мы видим, что продуктами гидролиза являются слабый электролит – кислая соль гидрокарбонат натрия и сильный электролит – щелочь гидроксид натрия

## ПРИЗНАКИ СОВМЕЩНОГО ГИДРОЛИЗА

1. Происходит при взаимодействии растворов солей с разным типом гидролиза (у одной – по катиону, у другой – по аниону):



2. Если составить уравнение реакции обмена, то в продуктах реакции получается вещество, не существующее в растворе (в таблице растворимости прочерк)



3. Необратимые реакции между ионами:

КАТИОНЫ	АНИОНЫ		
	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{S}^{2-}$
$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow$	OBP	OBP
$\text{Cr}^{3+}$	$\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow$	$\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + \text{SO}_2\uparrow$	$\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + \text{H}_2\text{S}\uparrow$
$\text{Al}^{3+}$	$\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow$	$\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{SO}_2\uparrow$	$\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{H}_2\text{S}\uparrow$

## ГИДРОЛИЗ БИНАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

### Соединения металла с неметаллом

$\text{Me}^+ \text{Hm}^- + \text{H}^+ \text{OH}^- = \text{MeOH} + \text{HmH}$	КИСЛОТНЫЙ ГИДРОЛИЗ
$\text{CaC}_2 + 2\text{HOH} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$	$\text{CaC}_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$
$\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{HOH} = 3\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{PH}_3$	$\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{HCl} = 3\text{CaCl}_2 + 2\text{PH}_3$
$\text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{HOH} = 3\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{NH}_3$	$\text{Ca}_3\text{N}_2 + 8\text{HCl} = 3\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$
$\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{HOH} = 4\text{Al(OH)}_3 + 3\text{CH}_4$	$\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{HCl} = 4\text{AlCl}_3 + 3\text{CH}_4$
$\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{HOH} = 2\text{Al(OH)}_3 + 3\text{H}_2\text{S}$	$\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{S}$
$\text{Mg}_2\text{Si} + 4\text{HOH} = 2\text{Mg(OH)}_2 + \text{SiH}_4$	$\text{Mg}_2\text{Si} + 4\text{HCl} = 2\text{MgCl}_2 + \text{SiH}_4$
$\text{NaH} + \text{HOH} = \text{NaOH} + \text{H}_2$	$\text{NaH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2$

### Соединения неметалла с неметаллом

ГИДРОЛИЗ	ЩЕЛОЧНОЙ ГИДРОЛИЗ
$\text{PCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_3 + 3\text{HCl}$ $\text{H}_2\text{HPO}_3$	$\text{PCl}_3 + 5\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{HPO}_3 + 3\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ средняя соль
$\text{PCl}_5 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HCl}$	$\text{PCl}_5 + 8\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{PO}_4 + 5\text{NaCl} + 4\text{H}_2\text{O}$
$\text{SiCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 + 4\text{HCl}$	$\text{SiCl}_4 + 6\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 4\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$



Электролитическая диссоциация. Сильные и слабые электролиты. Среда водных растворов веществ: кислая, нейтральная, щелочная. Степень диссоциации. Реакции ионного обмена.

**№ 6** В двух пробирках находился водный раствор нитрата свинца. В одну пробирку добавили **водный раствор** вещества X, в котором среда – **кислая**, а в другую – **водный раствор** вещества Y, в котором среда – **щелочная**. В обеих пробирках выпали осадки.

Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые обладают описанными свойствами.

- 1)  $\text{CaCl}_2$
- 2) HF
- 3)  $\text{AlBr}_3$
- 4)  $\text{Na}_2\text{S}$
- 5)  $\text{CH}_3\text{COOK}$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ: X Y

3 4
-----

8	Химические свойства важнейших металлов (натрий, калий, кальций, магний, алюминий, цинк, хром, железо, медь) и их соединений. Общие способы получения металлов. Химические свойства важнейших неметаллов (галогенов, серы, азота, фосфора, углерода и кремния) и их соединений (оксидов, кислородсодержащих кислот, водородных соединений)	2.2, 2.3	3.1, 3.2, 12	II	2	5–7
---	--	----------	--------------	----	---	-----

**№ 8** Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

### ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А)  $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{тв.}) + \text{KOH}(\text{тв.})$
- Б)  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- В)  $\text{Al} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$
- Г)  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$

### ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1)  $\text{KAlO}_2 + \text{H}_2$
- 2)  $\text{KAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- 4)  $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
- 5)  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3 + \text{KNO}_3$
- 6)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KNO}_3 + \text{CO}_2$

## Открытый банк заданий ЕГЭ

### Шкала pH водных растворов электролитов



**№ 21** Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов

- 1) фосфат калия
- 2) перхлорат кальция
- 3) нитрат аммония
- 4) гидроксид рубидия

Запишите номера веществ в порядке **уменьшения** значения pH их водных растворов, учитывая, что концентрация всех растворов (моль/л) одинаковая

4123

Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов

1)  $\text{KClO}$

2)  $\text{Ba(OH)}_2$

3)  $\text{NH}_4\text{Cl}$

3412

4)  $\text{Ca(NO}_3)_2$

Запишите номера веществ в порядке **возрастания** значения  $\text{pH}$  их водных растворов, учитывая, что концентрация всех растворов (моль/л) одинаковая

Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов

1)  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$

2)  $\text{HNO}_3$

3)  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$

4)  $\text{LiOH}$

2314

Запишите номера веществ в порядке **возрастания** значения  $\text{pH}$  их водных растворов, учитывая, что концентрация всех растворов (моль/л) одинаковая

**№ 24** Установите соответствие между двумя веществами, взятыми в виде водных растворов, и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

4142

А)  $\text{KOH}$  и  $\text{K}_2\text{SO}_3$

Б)  $\text{HClO}_4$  и  $\text{KClO}$

В)  $\text{BaCl}_2$  и  $\text{NaCl}$

Г)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и  $\text{Br}_2$

1) фенолфталеин

2)  $\text{NaOH}$

3)  $\text{KNO}_3$

4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (разб.)

5)  $\text{NaCl}$

Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого можно различить водные растворы этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА

А)  $\text{NaOH}$  и  $\text{Na}_2\text{S}$

Б)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  и  $\text{H}_3\text{PO}_4$

В)  $\text{HNO}_3$  и  $\text{HCl}$

Г)  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{Br}_2$

РЕАГЕНТ

1) фенолфталеин

2)  $\text{KOH}$

3)  $\text{NaNO}_3$

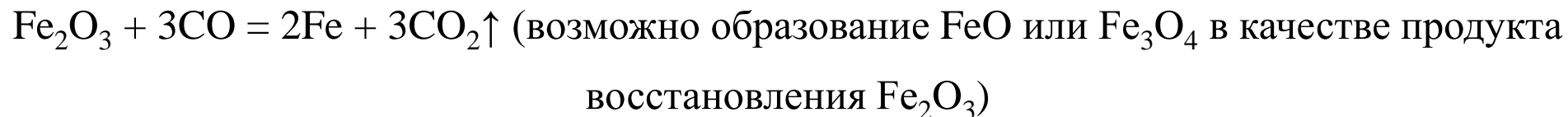
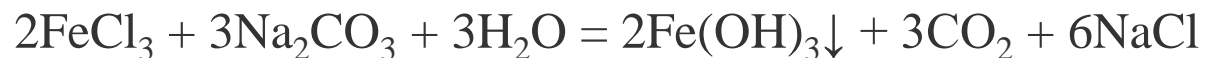
4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.)

5)  $\text{Ag}$

4152

31	Генетическая связь неорганических веществ, принадлежащих к различным классам	2.4	7.1, 7.2, 8.2, 13	В	4	10-15
----	--	-----	-------------------------	---	---	-------

К раствору хлорида железа(III) прибавили раствор карбоната натрия. Выпавший бурый осадок отфильтровали и прокалили. Над полученным твёрдым веществом при нагревании пропустили угарный газ. Газообразный продукт реакции пропустили через раствор силиката натрия. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.



Смесь фосфида и нитрида лития, в которой масса протонов в ядрах всех атомов составляет 46% от общей массы смеси, растворили в 200 г 36,5%-ной соляной кислоты.

При этом выделилось 5,6 л (н.у.) газа. Вычислите массовую долю кислоты в конечном растворе.

$$\omega(\text{HCl}) = m(\text{HCl})_{\text{ост.}} / m(\text{к.р.})$$



Объем фосфина  $V(\text{PH}_3) = 5,6$  л,

$$n(\text{PH}_3) = 5,6 / 22,4 = 0,25 \text{ моль},$$

$$m(\text{PH}_3) = 0,25 \cdot 34 = 8,5 \text{ г}$$

$$n(\text{Li}_3\text{P}) = n(\text{PH}_3) = 0,25 \text{ моль},$$

$$m(\text{Li}_3\text{P}) = (7 \cdot 3 + 31) \cdot 0,25 = 13 \text{ г}$$

Пусть  $n(\text{Li}_3\text{N}) = x$  моль,

тогда масса нитрида лития:

$$m(\text{Li}_3\text{N}) = (7 \cdot 3 + 14) x = 35x \text{ г}$$

m(к.р.)	m(Li <sub>3</sub> N)	m(Li <sub>3</sub> P)	m <sub>р-ра</sub> (HCl)	-m(PH <sub>3</sub> )
			200 г	

В формульной единице фосфида лития  $\text{Li}_3\text{P}$  содержится  $N(\text{p}^+) = 3 \cdot 3 + 15 = 24$  протона.

На 0,25 моль фосфида лития приходится:

$$n(\text{p}^+) = 0,25 \cdot 24 = 6 \text{ моль протонов массой}$$

$$m(\text{p}^+ \text{ в } \text{Li}_3\text{P}) = 6 \text{ г}$$

В формульной единице  $\text{Li}_3\text{N}$  содержится

$$N(\text{p}^+) = 3 \cdot 3 + 7 = 16 \text{ протонов.}$$

На  $x$  моль нитрида лития приходится:

$$n(\text{p}^+) = 16x \text{ моль протонов массой } m(\text{p}^+ \text{ в } \text{Li}_3\text{N}) = 16x \text{ г}$$

$$\omega(\text{p}^+) = m(\text{p}^+) / m(\text{смеси})$$

$$\text{По уравнению: } 0,46 = (16x + 6) / (35x + 13)$$

$$n(\text{Li}_3\text{N}) = x = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Li}_3\text{N}) = (7 \cdot 3 + 14) \cdot 0,2 = 7 \text{ г}$$

$$m(\text{Li}_3\text{N}) = (7 \cdot 3 + 14) \cdot 0,2 = 7 \text{ г}$$

Исходная соляная кислота:

$$n(\text{HCl}) = 200 \cdot 0,365 / 36,5 = 2 \text{ моль}$$

В первой реакции расходуется:

$$n_1(\text{HCl}) = 0,25 \cdot 3 = 0,75 \text{ моль}$$

$$\text{Во второй: } n_2(\text{HCl}) = 0,2 \cdot 4 = 0,8 \text{ моль}$$

В растворе останется:

$$n_{\text{ост.}}(\text{HCl}) = 2 - 0,8 - 0,75 = 0,45 \text{ моль}$$

$$m_{\text{ост.}}(\text{HCl}) = 0,45 \cdot 36,5 = 16,425 \text{ г}$$

$$m(\text{к.р.}) = 200 + 7 + 13 - 8,5 = 211,5 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HCl}) = 16,425 / 211,5 = 0,078 \text{ или } 7,8\%$$



Благодарю за внимание

